ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 NOVEMBRE 1942.

PRÉSIDENCE DE M. ERNEST ESCLANGON.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire d'Etat a l'Éducation Nationale et a la Jeunesse** adresse ampliation de l'arrêté, en date du 16 novembre 1942, portant approbation de l'élection que l'Académie a faite de M. **Léon Binet** pour occuper dans la Section de Médecine et Chirurgie la place vacante par le décès de M. *A. d'Arsonval.*

Il est donné lecture de cet arrêté.

Sur l'invitation de M. le **Président**, M. **Léon Binet** prend place parmi ses Confrères.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Louis Chauvois. *Louis-Charles Bailleul*, 1876-1941.

2° Claude Gaillard. *La formation et l'instabilité des continents.*

MÉCANIQUE INDUSTRIELLE. — *Sur un système de transformation de mouvement alternatif en mouvement circulaire applicable aux moteurs rapides à combustion interne.* Note de M. **Louis Castel**, présentée par M. Henri Villat.

Le dispositif consiste en une rainure tracée dans une pièce cylindrique clavetée sur l'arbre moteur. Dans cette rainure roulent des galets solidaires des pistons par l'intermédiaire de bielles rigides. La disposition la plus favorable à ce genre de transmission est celle où les cylindres sont disposés parallèlement comme les balles dans un barillet de revolver. L'ensemble bielle-piston-galet constitue un tout rigide animé d'un mouvement alternatif pur, d'où suppression du mouvement pendulaire de la bielle et de la poussée latérale du piston provoquant l'ovalisation du cylindre. La came pouvant avoir un tracé quelconque, avec des raccordements paraboliques on obtient une accélération constante de 35 % inférieure à celle donnée par un embiellage ordinaire correspondant. On peut enrouler plusieurs cycles complets sur un

tour de came, si bien que l'on a 2, 4, 6, 8 etc. aller et retour du piston pour un tour de l'arbre; on réalise donc une démultiplication automatique de 1/2, 1/3, 1/4 etc. L'arbre moteur peut être tubulaire de grand diamètre, ce qui peut être intéressant en aviation, permettant, par exemple, deux arbres concentriques entraînés par deux moteurs indépendants en tandem tournant en sens inverses et commandant deux hélices coaxiales. Grâce au faible coefficient de frottement des roulements à aiguilles qui équipent les galets agissant sur la came, le rendement de la transmission reste excellent même aux faibles inclinaisons de la rainure par rapport à l'axe des cylindres. La came permettant un tracé quelconque, voici la description d'un cycle possible avec deux pistons opposés dans chaque cylindre, l'un étant moteur, l'autre constituant simplement une culasse mobile démasquant en temps utile les lumières d'échappement.

Premier temps, aspiration. — Le piston moteur descend dans le cylindre, créant derrière lui une forte dépression, il démasque les fenêtres d'admission à fond de course et reste au point mort un certain temps, réalisant de la sorte une admission prolongée, d'où excellent remplissage.

Deuxième temps, compression. — Le piston remonte, comprimant le mélange qui est allumé par une bougie.

Troisième temps, détente. — Le piston descend poussé par les gaz, mais à cette course il s'arrête avant les lumières.

Quatrième temps, échappement. — Le piston distributeur qui, jusqu'alors, n'avait que joué le rôle de culasse, démasque les lumières d'échappement, tandis que le piston moteur remonte, chassant les gaz brûlés. Les deux pistons viennent presque en contact, réduisant ainsi l'espace mort au minimum. Ce cycle (qui peut fonctionner avec un mélange préparé dans un carburateur) est tout indiqué pour utiliser l'injection directe de carburant. L'injection commence dès la fermeture de l'échappement et dure tout le temps de la dépression et de l'admission pour ne se fermer qu'avec le début de compression. On voit que la pression du milieu injecté est toujours inférieure à celle de l'atmosphère, et l'on a une pulvérisation très suffisante avec une pression d'injection de 20 à 25 kg/cm^2. La circulation des gaz dans le cylindre se fait en équicourant hélicoïde grâce aux fenêtres d'admission légèrement tangentielles.

Ce type de moteur permet des groupes moto-propulseurs très ramassés en forme de corps de révolution faciles à caréner et pouvant dépasser 20 chevaux par décimètre carré de surface frontale, ce qui représente des moteurs de 1600 chevaux, de moins de 1^m de diamètre, et ménageant dans l'arbre un espace libre cylindrique de 160^{mm} de diamètre. La vitesse angulaire de l'arbre étant de 800-1000 tours par minute pour un équivalent de vitesse de 3600-4000 tours, cela permet l'emploi d'hélices de grand diamètre.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Radioanalyse.*
Note de M. **Mladen Paić**, présentée par M. Léon Guillet.

Soit un fragment de matière, d'épaisseur t^{cm}, de densité ρ, contenant a_1, a_2, ..., a_k % d'éléments de numéros atomiques Z_1, Z_2, ..., Z_k, de poids atomiques A_1, A_2, ..., A_k et de volumes spécifiques v_1, v_2, ..., v_k. Pour les rayons X de longueurs d'onde λ (en centimètres), plus courtes que la bande d'absorption K de l'élément de numéro atomique le plus élevé, on peut exprimer l'extinction ε, en négligeant la diffusion, par la formule

$$(1)\qquad \varepsilon = ln\frac{\mathcal{J}_0}{\mathcal{J}} = 1,364.10^{20}\lambda^3 t\rho\Sigma a_k\frac{Z_k^4}{A_k}.$$

Par conséquent, en principe, il est possible de trouver les teneurs a_1, a_2, ..., a_k en faisant, pour un mélange de k éléments donnés, au plus $k-1$ déterminations de ε, aux différentes longueurs d'onde, t, ρ étant connus. Pratiquement la *radioanalyse* ne peut être commodément appliquée qu'aux systèmes binaires, tels que les entend la règle des phases, pour lesquels une mesure de ε donne la composition du mélange. Si l'on peut admettre l'additivité des volumes partiels $a_1 v_1$, $a_2 v_2$ d'un système binaire, où les éléments A_1, A_2 sont les composants indépendants, on a

$$(2)\qquad \varepsilon = 1,364.10^{22}\lambda^3 t\frac{a_1\frac{Z_1^4}{A_1}+(100-a_1)\frac{Z_2^4}{A_2}}{a_1 v_1+(100-a_1)v_2}.$$

Cette expression est constante, croissante ou décroissante en fonction de a_1 suivant que $Z_1^4/A_1 v_1$ est égal, plus grand ou plus petit que $Z_2^4/A_2 v_2$.

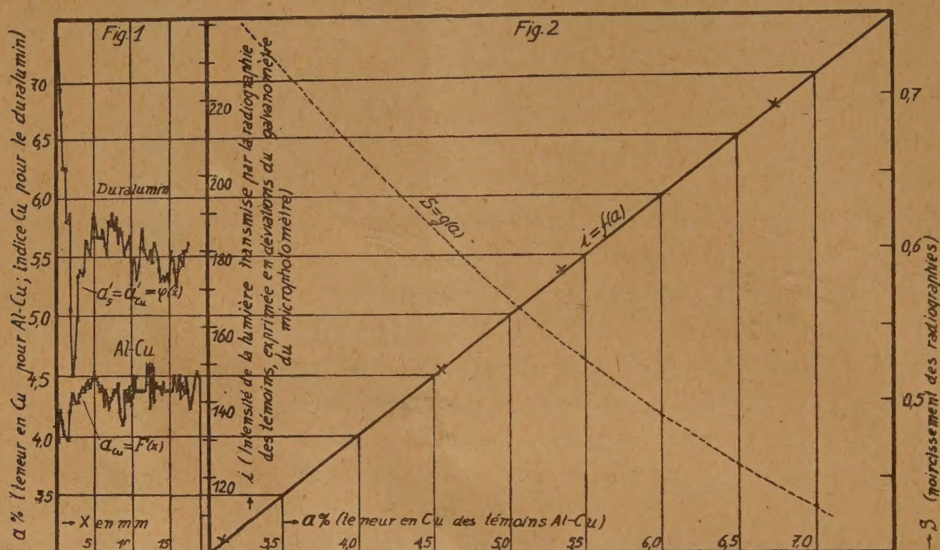
Dans un système A_1, A_2, ..., A_{k-1}, A_k, à plus de deux éléments comme composants indépendants, il est parfois utile d'attribuer à l'extinction ε mesurée, une teneur a'_{k-1} du système binaire A_{k-1}, A_k, convenablement choisi. Cette teneur a'_{k-1}, que nous appellerons *indice* $k-1$ du système A_1, A_2, ..., A_k, est donnée par la formule

$$(3)\qquad a'_{k-1} = \frac{100(p_k - qv_k)}{q(v_{k-1}-v_k)+p_k-p_{k-1}},$$

où $q = \Sigma a_k p_k / \Sigma a_k v_k$ et $p = Z^4/A$, les volumes partiels étant supposés additifs.

Dans la pratique de la radioanalyse, il n'est pas nécessaire de mesurer ε. Il suffit de déterminer, dans des conditions expérimentales identiques, des grandeurs i, dépendant de $\mathcal{J}$, donc de ε, correspondant, d'une part, à une série de témoins et, d'autre part, à l'échantillon étudié. Des valeurs i peuvent être des courants d'ionisation ou des grandeurs obtenues par photométrage de radiographies. Les témoins servent à obtenir expérimentalement la courbe $i=f(a)$ qui permet d'assigner aux valeurs i de l'échantillon les teneurs a respectives. Voici un exemple d'application de la radioanalyse à l'étude de la ségrégation dans les alliages Al — Cu.

Par assemblage d'aluminium raffiné et de tôles de cuivre, on prépare des témoins de 5^{mm} d'épaisseur correspondant à différentes teneurs connues en cuivre. Ces témoins sont sertis, par six, dans des plaques-supports dont l'opacité aux rayons X correspond approximativement à la teneur moyenne en Cu des six témoins. Dans la pièce à étudier on découpe, par usinage, une plaque plan-parallèle de 5^{mm} d'épaisseur. Les témoins et la plaque, entourée de pâte



équiopaque, formée de 5,75 % de PbO et 94,25 % de pâte à modeler, sont mis directement au contact d'un film pour radiographie. Ce film se trouve sur une feuille de plomb parfaitement plane. (Les précautions prises servent à éviter l'influence du rayonnement secondaire.) L'ensemble se trouve dans une boîte étanche à la lumière, dont la face par laquelle entrent les rayons X est en papier noir. L'irradiation a été faite à 47 kV max. et 3 mA, la distance objet-foyer étant 120^{cm}, avec un temps de pose de 45 secondes, choisi pour que la courbe $i = f(a)$ soit une droite à pente raide (*fig.* 2). Le photométrage des radiographies a été effectué de 1/4 en 1/4 de millimètre à l'aide d'un microphotomètre, la surface photométrée, par une mesure, étant $0^{mm},25 \times 1^{mm},4$.

La courbe $a_{Cu} = F(x)$ (*fig.* 1) donne la variation de la teneur en cuivre le long d'un diamètre d'une rondelle, découpée perpendiculairement à l'axe d'une barre, brute de filage, de diamètre $D = 19^{mm}$, en alliage Al — Cu raffiné. La teneur moyenne en Cu suivant la section examinée est donnée par

$$a_{\text{Cu moy.}} = \frac{\left[\int_0^D F(x)\,dx\right]}{D} = 4,33,$$

ce qui est en accord avec la valeur 4,39 trouvée par l'analyse électrochimique de la rondelle entière. La courbe $a'_5 = a'_{Cu} = \varphi(x)$ (*fig.* 1) est le résultat de la

radioanalyse de la région périphérique, à l'endroit d'une *sueur*, d'un plateau en duralumin ($a_1 = 0,35$ Fe, $a_2 = 0,59$ Si, $a_3 = 0,67$ Mn, $a_4 = 0,89$ Mg, $a_5 = 4,87$ Cu, $a_6 = 92,63$ % de Al). L'indice de Cu moyen, calculé à l'aide de la formule (3), d'après la composition chimique globale du fragment examiné, a été $a'_{5\,\text{moy.}} = a'_{\text{Cu}\,\text{moy.}} = 5,44$, ce qui concorde bien avec la valeur moyenne 5,6, trouvée par radioanalyse.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le dépôt de ferrite dans les acides hypoeutectoïdes*. Note de MM. **Henri Jolivet** et **Albert Portevin**, présentée par M. Léon Guillet.

Au cours de la décomposition isotherme des austénites dans le domaine Ar′, deux phénomènes se produisent dans les aciers hypoeutectoïdes :

a. dépôt de ferrite à partir de germes situés aux joints des grains et croissance des plages formées;

b. dépôt d'un agrégat ferrite-cémentite en plages issues de centres de transformation situés en bordure de la ferrite préexistante [1].

Il est difficile d'isoler ces deux processus qui, lorsqu'ils ont pris naissance, évoluent simultanément et réagissent l'un sur l'autre. Les courbes quantité transformée-temps, qui affectent la forme de courbes en S, ne permettent pas, en général, de les analyser.

Toutefois, lorsque la transformation Ar′ ne débute qu'après un temps d'inhibition notable [2], les deux processus peuvent être séparés dans le temps d'une manière plus satisfaisante, le dépôt de la ferrite *proeutectoïde* s'effectuant seul au début de la transformation.

Un acier renfermant 0,65 % C, 0,6 % Mn et 0,6 % Mo remplit, par exemple, ces conditions. La figure 1 reproduit les courbes isothermes transformation-temps enregistrées entre 720 et 540° après un chauffage préalable à 950° durant 15 minutes.

La partie des courbes relative au dépôt de ferrite, antérieur au dépôt de l'agrégat, montre initialement une vitesse notable de transformation V_0 qui va décroissant et conduit à une amplitude *a*. Elle ne comporte pratiquement pas de zone accélérée.

Le dépôt ultérieur de l'agrégat se traduit, dans le domaine de température où il s'effectue (Ar′), par une accélération suivie d'un ralentissement dans la partie terminale (courbe en S) (*fig.* 1, courbes 2-3).

Les courbes enregistrées (superposition de deux courbes élémentaires) tendent vers l'un ou l'autre type (*fig.* 1, courbes 1 et 4) suivant que l'un ou l'autre processus (ferrite ou agrégat) devient prépondérant.

---

(1) A. Portevin et H. Jolivet, *Ann. Ac. Sc. Techn. Varsovie*, 4, 1937, p. 177.

(2) H. Jolivet et A. Portevin, *Comptes rendus*, 213, 1941, p. 687.

La possibilité d'isoler le dépôt de ferrite proeutectoïde, au début de la transformation Ar′, permet d'étudier ses caractéristiques et de le relier au dépôt de ferrite qui est à l'origine de la transformation dans le domaine Ar″ ([3]).

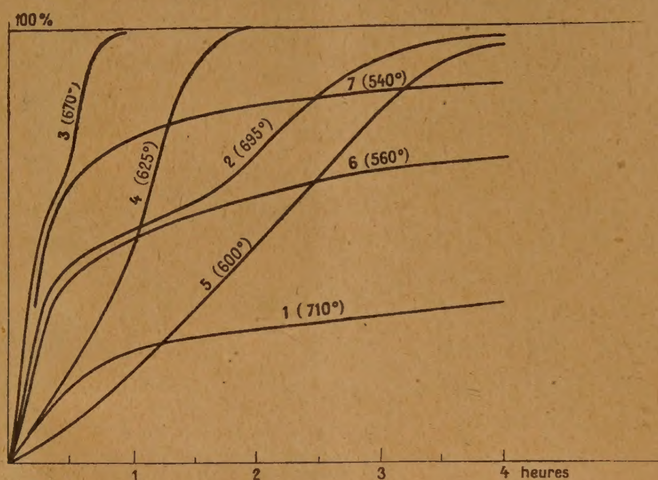


Fig. 1.

En fonction de la température de séjour isotherme, le mode de dépôt se modifie d'une manière continue :

a. aux températures les plus élevées (720 à 650°), la ferrite se développe en plages à contours convexes;



Fig. 2.



Fig. 3.

b. aux températures intermédiaires (650 à 580°), il apparaît, sur leur pourtour, des prolongements orientés qui leur donnent un aspect déchiqueté (*fig.* 2) et prennent un développement croissant (*fig.* 3);

([3]) A. Portevin et P. Chevenard, *Comptes rendus*, 204, 1937, p. 772.

c. aux températures les plus basses (580-540°), le dépôt s'effectue essentiellement en éléments orientés parallèles aux directions cristallographiques de l'austénite.

Parallèlement, la cinétique de dépôt se modifie.

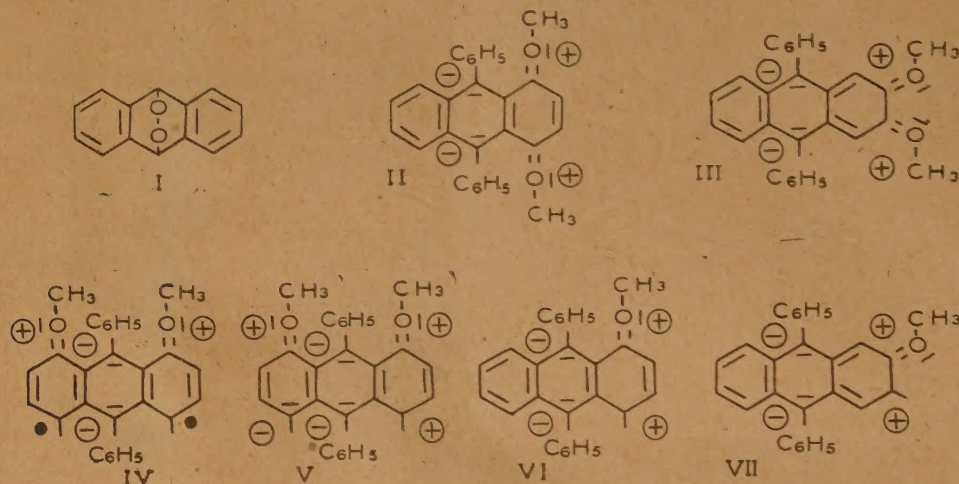
La vitesse V_0 et l'amplitude *a* varient dans le même sens. Ces deux facteurs croissent progressivement de 720 à 670° environ (courbes 1-2 3, *fig.* 1); ils décroissent ensuite et sont minima vers 600° (courbes 4 et 5, *fig.* 1); enfin, ils croissent à nouveau rapidement au-dessous de 580° (courbes 6 et 7, *fig.* 1).

L'importance du dépôt de la ferrite, d'abord croissante, décroît ensuite et passe par un minimum dans la région de transition entre la forme convexe et la forme orientée, puis croît à nouveau avec l'apparition de ce dernier mode de dépôt dans le domaine Ar''.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Union labile de l'oxygène au carbone. Relations entre la mésomérie du système anthracénique et l'état de labilité de l'oxygène des photooxydes.* Note de MM. **Charles Dufraisse**, **Robert Demuynck** et **André Allais**, présentée par M. Marcel Delépine.

L'influence très grande qu'exercent les méthoxyles en 1.4 sur l'état de labilité de l'oxygène dans les photooxymésodiphénylanthracènes est due certainement à ce que les oxygènes des méthoxyles participent, par leurs doublets libres d'électrons, à la mésomérie du système anthracénique. Parmi les diverses formules limites impliquant une entrée en jeu de ces doublets, notre attention s'est portée surtout, comme il était naturel, sur celles où était perturbé l'arrangement électronique en méso, c'est-à-dire aux points d'attache de l'oxygène libérable des photooxydes (I). Nous avons alors remarqué, pour le corps diméthoxylé-1.4, la formule (II), à double perturbation en méso. Cette structure électronique se présente comme vraisemblablement assez stable de par sa distribution symétrique, son double caractère bétaïnique, son disposisif quinonique et enfin de par la concordance entre les actions des méthoxyles, d'où résulte une exaltation mutuelle de leurs effets. Il s'ensuit que la structure (II) doit contribuer, pour une part non négligeable, à la mésomérie des anthracènes diméthoxylés-1.4. Or cette structure est unique en son genre dans la série des anthracènes diméthoxylés. Pour le plus grand nombre des neuf autres isomères, l'entrée dans le système électronique général des deux paires d'électrons provenant des deux méthoxyles ne permet pas d'avoir simultanément la même perturbation sur les deux mésosommets : elle est sur l'un ou l'autre, mais pas sur les deux à la fois, à moins de recourir à des structures plus compliquées et plus instables, donc moins probables, comme des structures biradicales [ex. : (IV)], formées au prix du découplement d'un doublet, ou bien des structures alourdies par deux polarités supplémentaires, six au lieu de quatre [ex. : (V)], et qui, de surcroît, sont déséquilibrées quant à la répartition des charges.

Il y a cependant une structure qui se rapprocherait, à ce point de vue, de celle de l'isomère 1.4 : c'est celle de l'isomère 2.3. On en dérive, en effet, la structure limite (III), d'un type bien analogue, comme distribution et symétrie, à la structure (II), dérivée de l'isomère 1.4. La différence la plus saillante est dans l'écartement plus grand des pôles bétaïniques inverses et, au contraire, le rapprochement des pôles positifs, double changement d'où doit résulter une moindre stabilité de la structure et, par suite, une moindre contribution de



Nota. — Les doublets libres d'électrons sont figurés par des traits tangentiels, suivant la notation proposée par Eistert, les électrons isolés étant figurés, suivant l'usage, par des points. Les polarités sont marquées par des signes entourés ⊕ et ⊖.

celle-ci à la mésomérie générale du système. Il est, par ailleurs, dans l'ordre des choses que leur éloignement du noyau central atténue l'action des méthoxyles sur les mésosommets.

En conséquence de cette analogie, l'isomère 2.3 devait se rapprocher de l'isomère 1.4 dans le comportement à la dissociation de son photooxyde et nous avions pensé que le photooxyde du corps diméthoxylé 2.3 serait facilement dissociable, quoique à un degré moindre que celui de son isomère 1.4, où l'effet de mésomérie est plus intense.

C'est ce qui a été confirmé expérimentalement. La dissociation du photooxymésodiphénylanthracène diméthoxylé en 2.3 (III), commence à 120° et est complètement terminée avant 150°, c'est-à-dire très en dessous de la température, 180°, à laquelle se dissocie le photooxyde non méthoxylé, celui du mésodiphénylanthracène simple. C'est la température la plus basse de dissociation que nous ayons enregistrée jusqu'ici, après celle de l'isomère 1.4. C'est la preuve d'un état de labilité de l'oxygène, moins accentué certes que chez l'isomère 1.4, comme il était prévu, mais beaucoup plus marqué que pour les autres photooxydes. La dissociation paraît aussi se produire à froid, mais elle serait de l'ordre de cent mille fois plus lente que celle de l'isomère 1.4, ce qui impose encore, pour confirmer le fait, une longue durée d'observation.

Pour voir l'influence d'une seule substitution β au lieu de deux, on a préparé le photooxyde du dérivé monométhoxylé en 2 (VII). La dissociation commence vers 160°, c'est-à-dire plus bas qu'en l'absence de méthoxyle (soit 180°), mais un peu plus haut que quand le méthoxyle est en 1 [soit 150° ([1])] (VI). Remarquons, à ce propos, que les deux anthracènes monométhoxylés en α et en β présentent des analogies avec les deux diméthoxylés di-α(1.4) et di-β(2.3) correspondants, tant par les structures limites, (VI) et (VII), comparables respectivement à (II) et (III), que par l'état de labilité de leurs photooxydes, cette labilité étant seulement plus accentuée chez les diméthoxylés 1.4 et 2.3, par suite de la concordance entre les effets des deux méthoxyles. Au contraire chez un autre diméthoxylé di-α, par exemple 1.8, celui dont on a figuré les formules limites (IV) et (V), il y a désaccord entre les actions des deux méthoxyles, cette discordance apparaît sur les formules (IV) et (V) et aussi expérimentalement ([2]), puisque la température de dissociation du photooxyde, soit 215°, est relevée non seulement au-dessus de celles des corps monométhoxylés (150° et 160°), mais même au-dessus des corps non méthoxylés (180°) : manifestement les deux méthoxyles contrarient leurs effets sur l'état de labilité de l'oxygène comme sur l'état mésomère de la molécule anthracénique. Il y a sans doute, dans cet ensemble de faits, autre chose que de simples coïncidences.

OPTIQUE CRISTALLINE. — *Variations, avec la température, des propriétés optiques des cristaux de chlorhydrate de conicine.* Note de M. **Jean Jaffray**, présentée par M. Aimé Cotton.

J'ai indiqué ([1]) que les cristaux orthorhombiques de chlorhydrate de conicine deviennent uniaxes pour une radiation voisine de 0,620 μ à la température ordinaire. Dans l'extrême rouge, le plan des axes optiques est h^1 ; dans le violet, c'est *p*. J'ai continué l'étude de ce cristal avec des échantillons plus homogènes et plus purs et j'ai mesuré avec soin l'action des variations de température sur quelques grandeurs optiques, comme la longueur d'onde d'uniaxie λ_0, l'angle extérieur 2E des axes optiques, la biréfringence *b* des lames parallèles à g^1. Les résultats publiés ici précisent et complètent ceux qui ont été donnés précédemment. Les montages utilisés seront décrits ailleurs.

I. *Longueur d'onde d'uniaxie.* — λ_0 croît régulièrement avec la température, mais la loi de variation n'est qu'approximativement linéaire; elle est bien représentée entre 0 et 50° par la formule

$$\lambda_0 = 0,6130 + 0,00077\,t - 0,000004\,t^2,$$

comme le montre le tableau ci-après :

([1]) *Comptes rendus*, 215, 1942, p. 111.
([2]) *Comptes rendus*, 212, 1941, p. 270.

([1]) J. Jaffray, *Comptes rendus*, 213, 1941, p. 132.

$t°$	0.	10.	20.	30.	40.	50.
λ_0 calculé	0,6130 μ	0,6203	0,6268	0,6325	0,6374	0,6415
λ_0 mesuré	0,6130 μ	0,6204	0,6265	0,6318	0,6370	0,6418
Différence	0,0000	−0,0001	0,0003	0,0007	0,0004	−0,0003

II. *Biréfringence des lames g^1*. — Si l'on convient de compter positivement la biréfringence b pour $\lambda < \lambda_0$ et négativement pour $\lambda > \lambda_0$, les deux courbes construites en portant en abscisses $1/\lambda^2$ se raccordent parfaitement pour $\lambda = \lambda_0$ et l'ensemble est presque une droite. Une formule unique comme $b = A + (B/\lambda^2) + (C/\lambda^4)$, où A, B, C sont des constantes, suffit pour représenter les variations de b entre 0,34 μ et 0,82 μ, à température constante. Par exemple, pour $t = 23°$,

$$b = -0{,}000\,940 + \frac{0{,}000\,331}{\lambda^2} + \frac{0{,}000\,014}{\lambda^4},$$

comme le montre le tableau suivant :

λ.	b calculé.	b mesuré.	Différence.
0,34 μ	0,00296	0,00300	−0,00004
0,40	167	165	0,00002
0,50	060	059	0,00001
0,60	008	010	−0,00002
0,628	001	000	0,00001
0,70	−0,00021	−0,00022	0,00001
0,80	−0,00039	−0,00043	−0,00004

Si, pour une radiation donnée, on mesure la biréfringence b_λ d'une lame g^1 à différentes températures, on constate que b_λ est une fonction linéaire de la température entre 0 et 50° :

$$b_{\lambda,t} = b_{\lambda,0} + at.$$

De plus, a varie très peu avec λ et on peut prendre pour valeur moyenne entre 0,34 et 0,82 μ, $a = 0{,}0000018$. D'où la formule générale

$$b_{\lambda,t} = b_{\lambda,0} + 0{,}0000018\,t.$$

L'ordre d'interférence $J = b/\lambda$ décroît constamment quand la longueur d'onde croît en s'annulant pour la longueur d'onde d'uniaxie. Il est possible que J passe par un minimum (aux environs de $\lambda = 1$ μ), comme cela a déjà été observé (pour des longueurs d'onde diverses) avec la cérusite ([2]), la calamine ([3]), le sel de Seignette ammoniacal et le carbonate d'argent ammoniacal ([4]) qui présentent aussi le phénomène de croisement des axes optiques.

D'après ce qui précède, l'ordre d'interférence croît avec la température pour chaque longueur d'onde.

III. *Angle extérieur des axes optiques*. — Pour représenter les variations de l'angle extérieur 2E des axes optiques en fonction de la longueur d'onde, à une température donnée, il est particulièrement simple, comme l'a indiqué

([2]) P. Sève, *Bull. Soc. fr. Min.*, 43, 1920, p. 9.
([3]) P. Sève, *Journ. de Phys.*, 6e série, 5, 1924, p. 249.
([4]) C. Gaudefroy, *Bull. Soc. fr. Min.*, 46, 1923, p. 20.

P. Sève ([5]), de porter en ordonnées $\sin^2 E$ quand le plan des axes est h^1, $-\sin^2 E$ quand le plan des axes est p et en abscisses $1/\lambda^2$. On obtient deux courbes qui se raccordent parfaitement pour $\lambda = \lambda_0$ et donnent l'apparence de la continuité.

Quand la température varie, les courbes $\sin^2 E$, $1/\lambda^2$ conservent la même forme et se déduisent l'une de l'autre par une translation parallèle à l'axe des abscisses, si toutefois 2E reste suffisamment petit. Le sens de cette translation est tel que, lorsque la température croît, les axes optiques contenus dans h^1 se rapprochent tandis que ceux qui sont dans p s'écartent.

De ce faisceau de courbes tracées pour différentes températures, on peut déduire la variation de 2E avec la température, pour une longueur d'onde donnée. Voici, à titre d'exemple, ce qu'on obtient pour la lumière jaune du sodium entre 0 et 50° :

$t°$.....	0.	10.	15,5.	18.	20.	23.	30.	38.	40.	50.
2E ([a])...	17°30′	20°18′	–	–	22°35′	–	24°30′	–	25°10′	–
2E ([b])...	17°40′	20°30′	21°40′	22°	–	23°30′	–	25°30′	–	25°40′

([a]) Graphique ([b]) Mesure directe.

LITHOLOGIE. — *Sur les associations de* minéraux lourds *dans quelques formations post-crétacées du Bassin Parisien* (*région au sud de la Seine*). Note de M. **Boris Brajnikov**, présentée par M. Emmanuel de Martonne.

La surface des assises crétacées et tertiaires du Bassin de Paris est parsemée d'innombrables lambeaux de formations sableuses dont l'origine et l'âge stratigraphique ne sont, pour la plupart, qu'imparfaitement connus ([1]). Les résultats exposés dans cette Note sont fondés sur l'examen des minéraux lourds ($D > 2,9$) d'un certain nombre d'échantillons de telles formations pris au hasard, sans souci de leur position stratigraphique exacte. La région géographique intéressée est grossièrement circonscrite par les cours de la Seine, de la Touques et le parallèle de Chartres. Dans ces conditions, les associations types de minéraux n'ont qu'une valeur régionale. Une signification stratigraphique précise n'apparaîtra que lorsque l'analyse minéralogique des formations, datées sans ambiguïté, sera suffisamment avancée.

Les minéraux lourds reconnus peuvent être rangés en quatre catégories :

I. *Zircon*, *tourmaline*, *rutile* (minéraux *stables*).

II. *Disthène*, *staurotide*, *andalousite*, *sillimanite* (minéraux de métamorphisme).

([5]) *Ann. de Phys.*, **17**, 1932, p. 137.

([1]) Certains de ces lambeaux ont été successivement attribués à des étages très divers du Tertiaire, selon les idées et les critères qui ont guidé les auteurs, sans que des arguments suffisamment probants aient été fournis pour lever le doute. Pour les discussions relatives à ce sujet, voir par exemple G. Denizot, *Les formations continentales de la région orléanaise* (*Thèse*, 1927); R. Furon, *Bull. Soc. Géol. France*, 4, 1934, p. 493.

III. *Grenats*, *augite* ([2]) (minéraux de caractère régional).

IV. Minéraux accessoires dont la valeur analytique est encore à préciser, transparents (*micas noirs*, *amphiboles*, *anatase*, *monazite*, *corindon* etc.) et opaques.

Dans les limites de chacune de ces catégories, les rapports numériques entre les espèces minérales qui la composent varient largement suivant les gisements, certaines des espèces pouvant même manquer. Les associations réelles sont formées par la juxtaposition de trois ou quatre de ces catégories en proportions variables.

Les deux premières catégories (I et II) constituent, pour ainsi dire, le *fond* de toutes les associations étudiées; elles sont ubiquistes. Numériquement, c'est généralement la catégorie I qui domine, le rapport I/II variant de 1 à 3.

Sur ce fond, qualitativement assez monotone, les espèces de la catégorie III apparaissent, tantôt en légères arabesques, tantôt en traits lourds arrivant à le dominer, voire même à le masquer presque entièrement. Les minéraux de la catégorie IV sont généralement présents, mais en faible quantité.

Dans l'état actuel de nos connaissances, il semble qu'il faut fonder la principale distinction des types d'association sur la présence ou l'absence des espèces de la catégorie III. Ceci étant admis, on distinguera trois groupes régionaux d'associations :

1° Le groupe de la Rille (*groupe R*), occupant la région à l'Ouest de l'Eure et caractérisé par la présence des minéraux des catégories I, II et IV, à l'*exclusion* de ceux de la catégorie III;

2° Le groupe de l'Eure (*groupe E*), occupant la vallée et les abords de cette rivière et caractérisé par la présence de l'*augite* à côté des minéraux d'autres catégories;

3° Le groupe de la Beauce (*groupe E*), développé à l'Est de l'Eure et caractérisé par la présence de *grenats*.

Il semble que, dans le *groupe B*, l'on puisse distinguer deux subdivisions ayant une valeur stratigraphique :

Groupe B_1, caractérisé par la présence de *grenats* seuls;
Groupe B_2, caractérisé par la présence de *grenats* et de l'*augite*.

Malgré le peu de données dont on dispose actuellement sur la constitution minéralogique des dépôts du Bassin Parisien, il est néanmoins permis de déduire que les associations types des *groupes R* et B_1 sont « traditionnelles » pour chacune des régions. En effet, les mêmes minéraux, bien qu'en proportions relatives différentes, se rencontrent dans les formations tertiaires et crétacées plus anciennes que celles étudiées ici ([3]). Toutefois, il faut se

([2]) L'augite, dont il est question dans cette Note, est de couleur mauve clair, très fraîche et transparente; elle se distingue sans peine des pyroxènes verts que l'on rencontre ailleurs dans le Bassin Parisien.

([3]) Ceci résulte de l'étude de quelques coupes géologiques et des données publiées pour

borner à cette constatation. Les données manquent pour savoir si ces minéraux sont directement *hérités* des dépôts secondaires du Bassin, ou si la similitude qualitative des associations n'est qu'un effet de la similitude des provinces d'alimentation à des époques géologiques différentes.

La grande nouveauté minéralogique dans l'histoire du Bassin est l'apparition de l'augite, qui démontre un changement profond, d'ordre pétrographique ou morphologique, dans les provinces d'alimentation du Bassin Parisien. L'âge géologique de ce phénomène de premier ordre peut être fixé avec une assez bonne précision, car il semble qu'aux environs de Paris, l'augite apparaît pour la première fois dans les « sables de Lozère » burdigaliens à Trappes. Cette hypothèse, si elle se confirme, fera de l'augite le *minéral caractéristique* du Miocène régional, et permettra la discrimination entre les dépôts de cette époque et les dépôts plus anciens (stampiens, sparnaciens etc.). On est tenté de voir un rapport entre ce phénomène et le volcanisme tertiaire de l'Auvergne.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Découverte d'une* tjäle *en rapport avec un sol réticulé dans l'Oisans.* Note de M. **Jean Demangeot**, présentée par M. Emmanuel de Martonne.

La plupart des chercheurs assignent à la *tjäle* un rôle essentiel dans le mécanisme générateur des sols polygonaux, spécialement en pays polaires. Selon les théories, ce rôle est dû, soit à la faible température de la tjäle, soit à son imperméabilité qui retient, au dégel, un excès d'eau près de la surface du sol et réalise un *système clos*.

Pourtant, malgré des découvertes assez nombreuses déjà de sols réticulés montagnards, personne, jusqu'à présent, à part J. Frödin dans les Pyrénées (1), n'avait mis à jour avec certitude la surface de ce sous-sol présumé gelé, le cas signalé en Haute-Tarentaise (2) n'étant pas certain. Ces circonstances, jointes à des considérations climatiques et morphologiques, avaient amené à écrire d'une part qu'un substrat rocheux pourrait tenir lieu de tjäle, d'autre part qu'il pourrait exister *une différence de degré d'achèvement sinon de nature entre les sols polaires à tjäle et les sols alpins sans tjäle* (3).

Or, en juin 1942, découvrant en Oisans de nouveaux exemples de sols polygonaux et de sols rayés (4), j'ai exhumé *une tjäle authentique*. Le site est celui du Col des Ruillans, qui enselle à 3200^{m} une crête rocheuse grossièrement Sud-Nord séparant le glacier de la Girose du Glacier du Vallon.

---

le Crétacé par M. L. Cayeux (*Contribution à l'étude micrographique des terrains sédimentaires*, Lille, 1897), et pour le Stampien par H. Alimen et A. Vatan (*Bull. Soc. Géol. franç.*, 7, 1937, p. 141).

(1) *Bull. Soc. Hist. Nat.*, Toulouse, 1924, pp. 21-53.

(2) J. Demangeot, *Rev. Géog. Alpine*, 1941, pp. 337-352.

(3) J. Demangeot, *Procès-verbaux de la Soc. Sc. du Dauphiné*, juin 1942.

(4) Rappelons que les premiers le furent par A. Allix (*La Géographie*, 1923, p. 1).

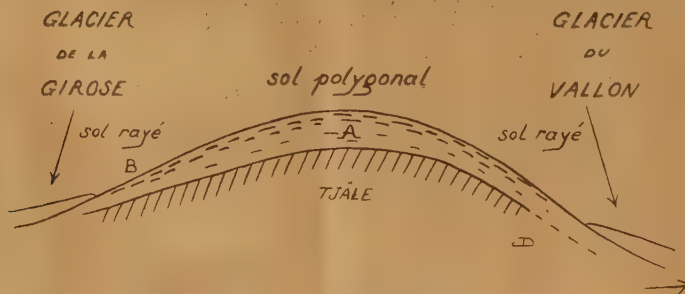
Il émerge d'une dizaine de mètres à peine du manteau des névés et sa topographie amollie révèle la faible résistance des schistes noirs du Lias. Le substrat est recouvert de matériel très menu et meuble, et les éclats schisteux dessinent des figures de nivation classique : au sommet du col, petits polygones boueux et tumescents en leur centre, sur les versants rayures allongées selon la plus grande pente. Quelques fouilles pratiquées dans cette couche révélèrent la présence indiscutable d'une tjäle : surface glacée au toucher et suffisamment dure pour faire rebondir le piolet. Les fragments arrachés se montrèrent composés de fins débris schisteux soudés par des cristaux de glace.

De ces faits on peut tirer quelques conclusions d'ordre général :

1° Les sols rayés observés au Col de Ruillans sont bien, selon l'idée classique, des polygones déformés par la solifluction; ils s'apparentent à ceux du Col de l'Iseran. Par leur origine thermoconvective probable et leur direction perpendiculaire aux courbes de niveau, ils se distinguent des raies observées dans de petits thalwegs (vallon du Loup en Haute-Ubaye, par exemple) qui sont dues à la convergence du *creep* des versants. *Il existerait donc deux catégories de sols rayés.*

2° Le diamètre de nos polygones est en moyenne de $0^m,10$ et la tjäle est à environ $0^m,50$ de profondeur. Donc, si le rapport déterminé par V. Romanovsky ([5]) entre la largeur et l'épaisseur de la cellule tourbillonnaire est bien de 1,7, le fond de cette cellule ne coïncide pas constamment avec la tjäle.

3° Comme l'a soupçonné H. W. son Ahlmann ([6]), *la surface de la tjäle n'est pas parallèle à la surface topographique.* Enfouie à $0^m,50$ du sommet en A



Coupe schmatique du Col des Ruillans (3200^m).
Hauteurs exagérées (hauteur du col au-dessus des glaciers : 10^m).

et à $0^m,20$ au bas du versant en B, elle dessine une courbe moins convexe que le profil du col (*fig.* 1). Deux explications sont possibles : la tjäle s'enfonce au fur et à mesure que pénètre la chaleur estivale, A est donc désenneigé plus tôt que B; mais on peut aussi penser que la tjäle est nourrie en B par l'eau de fusion de la marge du névé et l'eau de ruissellement interne du versant.

([5]) *Bull. de l'Association de Géographes français*, nov. 1940.
([6]) H. W. son Ahlmann, *Geografiska Annaler*, 1936, pp. 7-19.

Pourquoi les fouilles pratiquées jusqu'ici dans les sols réticulés n'ont-elles pas mis à jouer une tjäle authentique? C'est sans doute qu'on a toujours opéré trop tard, la tjäle s'étant enfoncée peut-être jusqu'à la roche en place. Nous avons eu la chance d'une année exceptionnellement désenneigée qui a permis de creuser dès le mois de juin, alors que la température moyenne de l'air n'était pas encore élevée.

On peut supposer enfin que le mécanisme générateur des polygones fonctionne par intermittence et au moment où le rapport entre la taille du matériel, la quantité d'eau nivale et la profondeur de la tjäle atteint l'optimum. Comme les deux derniers éléments du trinome sont des variables complètement indépendantes et que, seule, la taille du matériel est sensiblement constante en un lieu donné, l'*instant favorable doit être rare et essentiellement fugitif*. On est donc amené à conclure qu'il existe dans la *vie* du sol polygonal des périodes de sommeil et des périodes d'activité, ces dernières devant plutôt se situer au printemps.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur le système phosphatasique de la muqueuse intestinale*. Note de M. **Jean Roche**, M[lles] **Simone de Laromiguière** et **Alice Laurens**, présentée par M. Maurice Javillier.

La présence de phosphatases dans la muqueuse intestinale est démontrée depuis longtemps (Kay, Neuberg et Wagner, Roche), mais il n'existe d'étude générale ni sur les caractères de ces enzymes, ni sur le système phosphatasique de l'intestin. Nous nous sommes proposé de poursuivre des recherches à ces divers sujets sur la muqueuse intestinale du Chien. En voici les principaux résultats :

I. Le système phosphatasique intestinal est constitué par une phosphomonoestérase, une phosphodiestérase, une pyrophosphatase et une adénylpyrophosphatase de pH optimum d'action alcalin, alors que la plupart des autres organes animaux (foie, rate, rein) renferment en outre des phosphatases actives en milieu acide [1].

II. La phosphomonoestérase et la pyrophosphatase, dont l'intestin est une source très riche, ont été adsorbées sur kaolin à pH 4,5 et mises en élution à pH 9,0. En combinant ces opérations à la précipitation des éluats par l'acétone (70 %), il a été possible d'obtenir des préparations purifiées très actives renfermant les deux enzymes. L'adsorption sur cholestérol à pH 4,5 et l'élution à pH 9,0 ont permis d'éliminer partiellement la pyrophosphatase, mais une séparation complète de la phosphomonoestérase n'a pas pu être réalisée. Les deux phosphatases présentent le même pH optimum de stabilité (pH 5-6) et sont détruites à la même température (58°) par un chauffage de 10 minutes à pH 9,2.

(1) Toutefois certains extraits de muqueuse intestinale contiennent des traces d'une phosphoestérase active à pH 4,0.

III. La phosphomonoestérase dédouble les β-glycérophosphates préférentiellement aux α-, au pH optimum de 9,2. Comme la pyrophosphatase et la phosphodiestérase, de pH optimum respectif 7,8 et 8,7, elle est activable par les ions Mg^{++} (qMg optimum = 2,5). A ces divers égards, les enzymes de l'intestin paraissent identiques aux phosphatases alcalines des autres organes.

IV. Les thiols (cystéine, glutathion) inhibent la phosphomonoestérase, l'adénylpyrophosphatase et, à un degré moindre, la pyrophosphatase, les disulfures correspondants étant beaucoup moins actifs (M/1000-M/100). L'acide ascorbique (M/1000) exerce une inhibition énergique de la pyrophosphatase et une très faible activation de la phosphomonoestérase, l'acide déhydroascorbique étant sans action. Le sulfite de sodium et, d'autre part, divers oxydants (eau oxygénée, ferricyanure de potassium, acide monoiodacétique) ne provoquent aucune modification systématique de l'hydrolyse phosphatasique des substrats étudiés. Le cyanure de potassium, faiblement activateur de la pyrophosphatase à concentration M/2000-M/1000, l'inhibe à un taux plus élevé, tandis qu'il gêne le dédoublement des glycérophosphates même à très faible concentration.

Ces divers faits suggèrent l'hypothèse que l'action des thiols, de l'acide ascorbique, des cyanures, est due, au moins partiellement, à la formation de complexes avec un ou plusieurs métaux présents dans le coenzyme (Massart et Dufay, Cloetens) et non au pouvoir réducteur de ces corps.

V. L'acide cholique est pratiquement sans action sur les phosphatases de l'intestin, alors qu'il inhibe la phosphomonoestérase du rein, de l'os (Bodansky). Les acides aminés (glycocolle, alanine) n'activent à un degré appréciable que la phosphomonoestérase, comme dans d'autres organes animaux. Les fluorures et les oxalates alcalins sont très faiblement inhibiteurs ou indifférents selon la préparation étudiée.

VI. La purification de la phosphomonoestérase et de la pyrophosphatase, par divers procédés, ne modifie pas sensiblement leurs caractères d'activabilité ou d'inactivabilité. De ce fait, il est certain que les équilibres d'oxydoréduction auxquels participent l'acide ascorbique et les thiols exercent une influence indirecte sur l'hydrolyse des esters phosphoriques et des pyrophosphates dans la muqueuse intestinale.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la nature de la vitamine P. Activité de la catéchine (pentahydroxyphénylbenzo-γ-pyranne) sur la résistance capillaire.* Note de MM. **Jean Lavollay** et **Jean-Louis Parrot**, présentée par M. Maurice Javillier.

Depuis les travaux de Szent-Györgyi [1] la vitamine P est considérée comme une substance du groupe de la flavone (phénylchromone). Nous avons

(1) Cf., en particulier, Armentano, Bentsath, Beres, Rusznyak et Szent-Györgyi, *Deutsch. Med. Woch.*, 33, 1936, p. 1325; Bentsath, Rusznyak et Szent-Györgyi, *Nature*, 138, 1936,

été conduits à l'étude de composés résultant de la réduction en CH^2 du CO situé en 4 (dérivés du phénylchromane). Nous avons constaté la haute activité de la *catéchine* sur la résistance capillaire.

La notion de vitamine P repose sur les expériences cliniques de Szent-Györgyi : les extraits de Citron et de Paprika augmentent la résistance capillaire chez l'Homme et font disparaître certains purpuras, alors que l'acide ascorbique ne possède pas cette action. Szent-Györgyi supposa que les phénomènes hémorragiques du scorbut étaient également dus à la carence en cette vitamine P. Cependant ni Zilva (²), ni Szent-Györgyi (³) ne purent reproduire l'expérience qui avait paru confirmer cette hypothèse. Les premiers résultats cliniques furent attribués par Szent-Györgyi à l'hespéridine, hétéroside de l'hespérétol, dérivé de la flavanone; puis, lorsqu'il fut établi (²) que cette substance est dénuée d'activité, à un hétéroside de l'ériodictyol [formule (I) ci-après], également dérivé de la flavanone. Plus tard Szent-Györgyi considère *la flavone* comme douée de la propriété vitaminique P, à la suite de recherches de Huszàk montrant (1938) le rôle de certains dérivés de la flavone dans l'oxydation peroxydasique de l'acide ascorbique chez les végétaux. Les faits cliniques ont été confirmés par plusieurs auteurs, notamment Scarborough (³); le fait expérimental de l'augmentation de la résistance capillaire l'a été également (Zacho) (⁴).

Guidés par une hypothèse de travail concernant le mécanisme de l'action vitaminique P (⁵), nous avons trouvé que les extraits actifs possèdent la propriété d'inhiber *in vitro* l'autoxydation de l'adrénaline. Un certain nombre de substances appartenant aux groupes des flavones et des flavonols possèdent cette propriété à différents degrés. Les mêmes substances augmentent la résistance capillaire des cobayes et des lapins carencés ou non (⁶).

Les effets pharmacodynamiques de l'adrénaline sur les organes isolés sont nettement prolongés par la présence de ces substances dans le bain (⁷). Pour étudier les effets physiologiques de l'adrénaline sur l'animal, nous avons choisi comme test la contraction de la membrane nictitante du Chat; le prolongement de l'action de l'adrénaline sous l'influence des mêmes substances ne put être confirmé.

C'est pourquoi nous nous sommes dirigés vers l'étude de substances dérivées du chromane et proches parentes des pigments flavoniques, afin de voir si

---

p. 798; Bruckner et Szent-Györgyi, *ibid.*, p. 1057; Bentsath et Szent-Györgyi, *ibid.*, **140**, 1937, p. 426.

(²) *Biochem. J.*, **31**, 1937, p. 915; *Nature*, **140**, 1937, p. 588; Bentsath et Szent-Györgyi, *ibid.*, **140**, 1937, p. 426.

(³) *Biochem. J.*, **917**, 1939, p. 1400.

(⁴) *Acta Path. et Microb. Scand.*, **16**, 1939, p. 144.

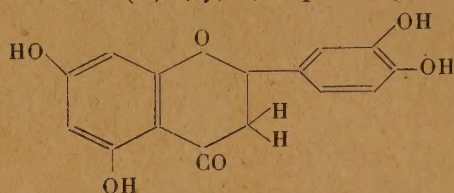
(⁵) Lavollay et Neumann, *Comptes rendus*, **212**, 1941, p. 251.

(⁶) Expériences inédites de Sévin et de nous-mêmes.

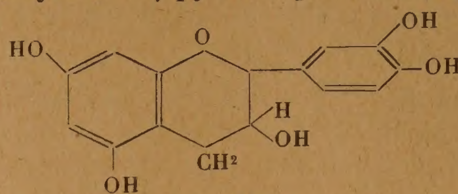
(⁷) Lavollay, *C. R. Soc. Biol.*, **135**, 1941, p. 1193.

certaines d'entre elles ne posséderaient pas à la fois la propriété d'augmenter la résistance capillaire et celle de prolonger les effets de l'adrénaline *in vivo*.

A partir du cachou d'Acacia catechu nous avons préparé ([8]) de la catéchine cristallisée (3, 5, 7, 3′, 4′-pentahydroxyphénylbenzo-γ-pyranne [formule (II)].



(I) Ériodictyol.



(II) Catéchine.

Nous avons trouvé que ce produit accroît *considérablement* la résistance capillaire du Cobaye et qu'en outre il permet d'augmenter la durée d'action de l'adrénaline sur la membrane nictitante du Chat. Nous avons établi que cette dernière propriété n'est pas le fait des impuretés suivantes : acides protocatéchique et cachoutannique, pyrocatéchol et quercétol. Jusqu'à plus ample informé l'activité doit donc être attribuée à la catéchine elle-même.

Cette substance, généralement présente chez les végétaux, possède une très haute activité sur la résistance capillaire du Cobaye; *elle est donc douée d'une propriété vitaminique* P *très élevée*. En outre son action sur l'effet de l'adrénaline *in vivo* vient à l'appui de notre hypothèse sur le mode d'action de la vitamine P.

En résumé cette vitamine fut d'abord identifiée à l'hespéridine, puis à l'ériodictyol; ses effets parurent ensuite l'apanage de toute une classe de corps, celle des flavones. *Aucune des substances mises en cause jusqu'à présent ne possède ces propriétés à un degré aussi élevé que la catéchine*.

IMMUNOLOGIE. — *Immunisation active contre le charbon au moyen d'un vaccin anavirulent et stimulé*. Note ([1]) de MM. **Gaston Ramon**, **André Boivin** et **Rémy Richou**, présentée par M. Emmanuel Leclainche.

Nous avons cherché à appliquer, dans le domaine de l'immunisation active contre le charbon, le double principe des vaccins anatoxiques et des substances adjuvantes de l'immunité, dans le but d'obtenir ce que nous désignerons sous la dénomination de vaccin charbonneux *anavirulent* ([1]) et *stimulé* ([2]).

([8]) Par une technique étudiée avec J. Sevestre.

([1]) Séance du 16 novembre 1942.

([2]) Du grec *ana* qui indique un renversement et qui signifie aussi *contraire*; d'où anatoxique = qui n'est plus toxique; anavirulent = qui n'est plus virulent. Le préfixe *ana* est donc particulièrement bien choisi pour désigner à la fois le sens et la signification qu'on attache au mot nouvellement formé. En outre, l'usage a depuis 20 ans conféré au mot *anatoxine* le double sens *qui n'est plus toxique et qui est encore antigène*; de même, et par extension, nous attacherons au qualificatif *anavirulent* la double signification *qui n'est plus virulent, mais demeure immunisant*.

([3]) Sous-entendu : dans son activité immunisante.

De nombreux essais préliminaires, poursuivis d'abord *in vitro*, puis chez le Cobaye et chez le Lapin, nous ont permis d'établir, pour la préparation d'un tel vaccin, la technique suivante :

Une culture âgée de 48 heures en bouillon gélosé (1,5 de gélose pour 1^{l} de bouillon) d'une souche de bactéridie charbonneuse aussi virulente que possible, est additionnée d'une suspension (en solution phosphatée pH 7,4) obtenue en partant d'un ensemencement de la même souche sur milieu gélosé solide, en boîtes de Roux ([4]). On ajoute du formol à raison de $0^{cm^3},4$ de la solution commerciale d'aldéhyde formique pour 100^{cm^3} de suspension de bactéridies préparée comme il vient d'être dit, et l'on porte à l'étuve à 41-42°. Après 4 jours d'exposition à cette température, on s'assure, à la fois par des ensemencements en bouillon et sur gélose et par des inoculations au Cobaye, que la suspension bactéridienne soumise à l'action simultanée du formol et de la chaleur ne contient plus aucun élément microbien vivant, et qu'ainsi elle a bien été transformée en vaccin *anavirulent*. Après un certain nombre d'investigations effectuées avec diverses substances adjuvantes qui ont fait leurs preuves, tapioca, tanin, chlorure de calcium, saponine etc., nous avons choisi l'alun pour remplir, avec la gélose déjà présente dans le vaccin anavirulent, le rôle de stimulant ([5]). L'alun est ajouté au vaccin à raison de 2 % de ce dernier. Tel est le *vaccin anavirulent et stimulé*. Signalons qu'en prévision d'un emploi ultérieur dans la pratique, nous avons chauffé, afin de garantir sa stérilité, une certaine quantité de ce vaccin à 55° pendant 45 minutes (ainsi que nous le faisons pour les anatoxines) avant de l'utiliser dans quelques-unes de nos recherches.

Des expériences entreprises sur des lots comprenant chacun une dizaine de cobayes ou de lapins et portant au total sur plusieurs centaines d'animaux de ces deux espèces, il résulte que des cobayes et des lapins, qui ont reçu, sous la peau, par exemple deux doses de 2 et 3^{cm^3} chacune, à 10 jours d'intervalle, de notre vaccin anticharbonneux anavirulent et stimulé, résistent, en règle générale, dans une proportion de 60 à 80 %, à une dose de bactéridies virulentes, inoculées 12 jours après la deuxième injection et qui est mortelle pour les animaux témoins. La résistance ainsi conférée aux cobayes et aux lapins est remarquable si l'on considère la difficulté, déjà signalée par Roux et Chamberland dès 1888, d'immuniser ces animaux contre le charbon à l'aide de la méthode pastorienne.

En possession de ces données expérimentales, nous avons entrepris des essais chez le Mouton, qui, on le sait, est l'animal que l'on doit le plus souvent protéger contre le *sang de rate*. Dans un premier essai, deux moutons reçoivent une seule injection sous-cutanée de 2^{cm^3} de vaccin anavirulent stimulé, non chauffé pour l'un d'eux, chauffé pour l'autre; dans la suite, ils ne présentent aucune réaction générale, ils deviennent seulement porteurs, au point d'injection, d'un petit nodule inflammatoire dû en grande partie aux adjuvants de l'immunité et qui se résorbe lentement. Quatorze jours après l'injection de vaccin, ils résistent à l'inoculation d'une dose de bactéridies virulentes qui a amené en 44 heures la mort d'un mouton témoin. Dans une deuxième série d'essais, 6 moutons sont vaccinés dans des conditions variant d'un sujet à l'autre. Quatorze jours après l'injection vaccinale unique faite sous la peau, ils sont éprouvés à l'aide d'une dose de culture de charbon qui tue l'animal témoin en 36 heures à peine; un mouton, qui avait été soumis à l'injection de 2^{cm^3} de vaccin anavirulent, non additionné de substances stimulantes, meurt 48 heures après l'inoculation d'épreuve; un autre, qui avait reçu 1^{cm^3} seulement de vaccin, succombe en 72 heures; enfin, 4 moutons, qui avaient reçu soit 2^{cm^3}, soit 4^{cm^3} de vaccin anavirulent et stimulé chauffé ou non chauffé, résistent, sauf l'un d'eux dont la mort survint en 120 heures,

([4]) En général, nous avons utilisé la récolte de deux boîtes de Roux pour 200^{cm^3} de bouillon de culture.

([5]) Voir à ce sujet G. Ramon et A. Staub, *Comptes rendus*, 203, 1936, p. 132.

à l'épreuve, qui peut être considérée comme particulièrement sévère, puisqu'elle a emporté un mouton non vacciné, en un peu moins de 36 heures. Les deux premiers moutons immunisés avec notre vaccin et qui avaient bien supporté la première épreuve sont reéprouvés en même temps que les animaux de la deuxième série, mais avec une dose de bactéridies virulentes double de celle qui a amené la mort du témoin en 36 heures à peine. Ils résistent. Le fait que le mouton qui a été injecté avec le vaccin anavirulent non stimulé et que celui qui a reçu 1^{cm^3} seulement du vaccin complet ne possédaient qu'une faible immunité, souligne l'importance des substances stimulantes et celle de la dose de vaccin.

Sans doute reste-t-il encore quelques points à préciser; néanmoins il ressort d'ores et déjà de l'ensemble de nos recherches, qu'il est possible de conférer aux petits animaux de laboratoire comme au Mouton, à l'aide de notre vaccin anavirulent et stimulé, une immunité active contre le charbon, dont les résultats exposés permettent d'apprécier la valeur.

Cette nouvelle méthode d'immunisation anticharbonneuse diffère entièrement dans sa conception, dans son essence et dans sa réalisation technique, de la méthode pastorienne classique, laquelle consiste à provoquer, au moyen de deux injections de virus-vaccins de virulence atténuée, mais non abolie, *la maladie bénigne qui protège contre la maladie mortelle* (Pasteur). En dehors de l'intérêt doctrinal qu'elle présente, elle contribue à mettre en évidence le système immunologique créé par l'un d'entre nous, et qui repose à la fois sur le principe des anatoxines et sur celui des substances stimulantes de l'immunité. Ce système, de plus en plus fécond dans ses applications, fournit des moyens, anodins et efficaces, de lutte contre nombre de maladies infectieuses redoutables de l'Homme et des animaux domestiques.

A 15^h30^m l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

M. le **Président**, au nom de la Commission chargée de dresser une liste de candidats à la place vacante dans la Section des Académiciens libres par le décès de M. *P. Séjourné*, présente la liste suivante :

En première ligne	M. **Joseph Bethenod.**
En seconde ligne	M. **Albert Pérard.**
En troisième ligne, ex æquo *par ordre alphabétique*	MM. **Pierre Chevenard.** **André Kling.**

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu en la séance du lundi 7 décembre.

La séance est levée à 17^h15^m.

L. B.